

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Кафедра теории и методики физической культуры

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ
ГЕМОДИНАМИКИ ФУТБОЛИСТОВ СБОРНОЙ НИУ «БЕЛГУ»
В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ ПОДГОТОВКИ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки
49.04.01 Физическая культура магистерская программа
Теория физической культуры и технология физического воспитания
очной формы обучения, группы 02011604
Бани Ахмад Малек Хамдан Абдульрахим

Научный руководитель
к.пед.н. Кадуцкая Л.А.

Рецензент
заведующий кафедрой
физической культуры и спорта
Белгородского университета
кооперации, экономики
и права, к.п.н., доцент,
мастер спорта СССР
Щербин Д.В.

БЕЛГОРОД 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	6
1.1. Роль сердечно-сосудистой системы в транспорте кислорода при мышечной деятельности.....	6
1.2. Адаптация сердечно-сосудистой системы у спортсменов и изменения показателей гемодинамики.....	9
1.3. Анализ исследований гемодинамики у спортсменов.....	21
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	29
2.1. Методы исследования	29
2.2. Организация исследования.....	35
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ....	37
ВЫВОДЫ.....	41
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	43
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	44

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. На современном этапе развития футбола практически невозможны революционные изменения в построении игры, что неудивительно, учитывая более чем столетнюю историю развития. Благодаря тщательному отбору, современным тренировочным технологиям и использованию инновационных фармакологических методик пороговых значений достигли и физические возможности организма футболистов. В связи с этим важнейшее значение приобретает контроль функционального состояния организма спортсменов в течение сезона, что позволяет не только адекватно оценивать текущее состояние, но и прогнозировать и предотвращать наступление негативных изменений (Безуглов Э.Н. и др., 2011).

Объективная оценка и интерпретация функционального состояния организма спортсменов является необходимым условием научного подхода к управлению тренировочным процессом (Платонов В.Н., 1997, 2010).

Эффективность спортивной деятельности не только в циклических, но и в игровых видах спорта во многом определяется состоянием вегетативных систем организма, и главным образом аппарата кровообращения (Белоцерковский З.Б., 2001, 2002).

Под влиянием систематической спортивной тренировки в организме развивается комплекс структурно-функциональных изменений, направленных на оптимизацию функционирования как всего организма в целом, так и отдельных его систем. Не составляет исключения в этом отношении и аппарат кровообращения, оптимизация функционирования которого является необходимым условием достижения спортсменами высоких спортивных результатов (Карпман В.Л., 1988).

По мнению Граевской Н.Д. (2004), физиологические изменения аппарата кровообращения обусловлены сложной цепью взаимодействия генетических факторов с особенностями тренировочного процесса.

Изучение сердечной деятельности под влиянием двигательной активности вызывает неослабевающий интерес у исследователей. Сердце является отличным индикатором, способным определить потенциальный уровень приспособляемости вегетативных функций организма, развивающихся под влиянием мышечной деятельности. Несмотря на успехи, которые достигнуты в изучении изменений в сердечно-сосудистой системе у представителей многих видов спорта под воздействием систематических тренировок, исследование изменений показателей центральной гемодинамики у футболистов различных игровых амплуа под влиянием цикла годичной тренировки нам представляется актуальной проблемой.

Объект исследования – состояние системы кровообращения футболистов.

Предмет исследования – показатели центральной гемодинамики футболистов сборной НИУ «БелГУ».

Цель исследования – изучение особенностей центральной гемодинамики и закономерностей их изменения в процессе годичного цикла тренировки у игроков различных амплуа.

Задачи исследования:

1. Проанализировать по данным научно-методической литературы проблему исследования гемодинамики в спорте.
2. Провести исследование показателей центральной гемодинамики и выявить закономерностей их изменения в процессе годичного цикла тренировки у футболистов различных амплуа сборной НИУ «БелГУ».
3. Разработать практические рекомендации по исследованию показателей центральной гемодинамики футболистов и использованию этих показателей в тренировочном процессе.

Гипотеза исследования. Предполагается, что анализ показателей центральной гемодинамики у футболистов выявит их определенные особенности и закономерности изменения в процессе годичного цикла

тренировки у игроков различных амплуа. Это даст возможность учета этих особенностей в тренировочном процессе футболистов.

Научная новизна состоит в том, что получены новые научные данные о состоянии центральной гемодинамики у футболистов сборной НИУ «БелГУ». Выявлены характерные особенности центральной гемодинамики у игроков различных амплуа в процессе годичной тренировки.

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение данных научно методической литературы; методы исследования состояния центральной гемодинамики; методы математического анализа и статистики.

Теоретико-методологическую основу исследования представляют исследования Савицкого Н.А., Агаджаняна Н.А., Дэмбо А.Г., Карпмана В.Л., Баевского Р.М. о проблемах адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов.

Теоретическая значимость исследования. Получены новые научные данные о влиянии годичного цикла тренировки на состояние центральной гемодинамики футболистов сборной вуза.

Практическая значимость исследования заключается в том, что полученные в диссертации научные данные о состоянии центральной гемодинамики футболистов можно использовать для индивидуализации тренировочного процесса и повышения его эффективности.

Полученные в исследовании данные были опубликованы в научной статье.

Структура и объем диссертации. Магистерская диссертация, выполненная в соответствии с установленными требованиями государственного образовательного стандарта, состоит из введения, трех глав, выводов, практических рекомендаций, библиографического списка.

Данная магистерская диссертация включает текст общим объемом 51 страниц, а также 3 таблицы, 51 источников литературы, из которых 1 зарубежных авторов.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Роль сердечно-сосудистой системы в транспорте кислорода при мышечной деятельности

Эффективность спортивной деятельности, особенно в циклических видах спорта, в значительной мере определяется оптимальной работой кардиореспираторной системы. Именно поэтому проблема циркуляторного обеспечения транспорта кислорода является фундаментальной для современной спортивной медицины и физиологии.

Транспорт кислорода из окружающей среды к работающим мышцам осуществляется комплексом систем и органов, объединяемых в некоторую условную кардиореспираторную систему или систему транспорта кислорода. Каждое звено этой системы может определять достаточность транспорта кислорода при нагрузке и, следовательно, каждое из них может играть лимитирующую роль, однако в реальных условиях кровообращение является главным лимитирующим звеном в системе транспорта кислорода при интенсивной мышечной работе.

Обычно при рассмотрении лимитирующих механизмов основное внимание обращается на производительность сердца. Лимитирующие механизмы периферического кровообращения и, в частности, кровообращения в микроциркуляторном русле продолжают оставаться малоизученными. Вместе с тем кровоток в капиллярах может оказывать существенное влияние на массоперенос кислорода к митохондриям мышечной ткани. Поэтому в числе факторов, ограничивающих максимальную аэробную мощность, должны быть рассмотрены как центральные, так и периферические механизмы гемодинамики.

К числу факторов, влияющих на ускорение кровообращения, можно отнести по меньшей мере три: 1) минутный объем кровотока (сердечный

выброс), 2) жесткость артериальных сосудов, 3) депонирование крови в мышцах и емкостных сосудах (венозный возврат). Рассмотрим последовательно эти факторы как относящиеся к центральным лимитирующим механизмам кровообращения в транспорте кислорода при нагрузке.

Величина сердечного выброса является главным детерминантом транспорта кислорода при нагрузке. Производительность сердца может рассматриваться как некоторый интегральный показатель, характеризующий транспортные возможности кардиореспираторной системы в отношении газов крови.

При максимальной нагрузке частота сердечных сокращений достигает видового и возрастного максимума. Для человека молодого возраста этот максимум колеблется в зоне 185-210 уд/мин, т.е. длительность сердечного цикла колеблется в пределах 0,32-0,28 сек. У лиц среднего и пожилого возраста максимальная частота сердечных сокращений снижается.

В условиях, когда организму необходим большой сердечный выброс для выполнения напряженной мышечной работы, развивается физиологическая дилатация полостей сердца, гипертрофируется в определенной мере миокард, т.е. создаются условия для индивидуального увеличения ударного объема. Однако увеличение этого показателя биологически детерминировано возможностью сердца дилатироваться. Поэтому рост ударного объема не безграничен (Белоцерковский З.Б. с соавт., 2002; Хрущев С.В., 2008).

Если принять за максимальные величины частоту сердечных сокращений, равную 200 уд/мин, и ударный объем, равный 200 мл, то максимальный сердечный выброс должен быть равен 40 л/мин. Эта цифра ориентировочно соответствует предельной производительности человеческого сердца. Она встречается крайне редко. Превышение ее является скорее исключением из правил - такой производительностью

сердечно-сосудистой системы, по-видимому, обладают десятки или в лучшем случае сотни из всей человеческой популяции.

Перестройка гемодинамики при мышечной работе сопровождается рядом целенаправленных сосудистых реакций. Именно благодаря повышению жесткости крупных артерий достигается необходимое увеличение скорости кровотока в сосудистой системе (Орел В.Р., 2014).

Однонаправленная реакция сосудистого тонуса на физическую нагрузку, проявляется в увеличении скорости распространения пульсовой волны в сосудах эластического и мышечного типа.

Физиологическое значение повышения скорости распространения пульсовой волны при мышечной работе состоит в том, что ускорение кровотока в сердечно-сосудистой системе при мышечной работе обеспечивается резким возрастанием кинетической энергии сердечного выброса. Поэтому работа сердца по непосредственному перемещению столба крови в сосудистой системе возможна лишь при условии увеличения ригидности артериальных сосудов. Последнее, как известно, всегда документируется увеличением скорости пульсовой волны.

И, наконец, последний фактор, входящий в комплекс центрального лимитирующего механизма кровообращения в системе транспорта кислорода, - эффективность венозного возврата крови при физической нагрузке. Совершенно очевидно, что величина сердечного выброса может быть серьезно ограничена объемом крови, поступающей к сердцу. Положение о неразрывности потока в замкнутой гидродинамической системе предусматривает при постоянном режиме кровотока условие равенства сердечного выброса венозному возврату крови к сердцу (Карпман В.Л., 1998).

1.2. Адаптация сердечно-сосудистой системы у спортсменов и изменения показателей гемодинамики

Ведущей функцией организма при различных двигательных режимах является поддержание адекватного нагрузке кислородного режима. Согласно современным представлениям эту функцию в организме выполняет кардиореспираторная система, состоящая из внешнего дыхания, кровообращения и газообмена. Особенно велика ее роль в поддержании кислородного режима организма спортсменов, т.к. от того в какой степени это происходит, зависит физическая работоспособность спортсменов и их спортивные результаты. Поэтому проблеме адаптации кардиореспираторной системы человека к физическим нагрузкам посвящены многочисленные работы, которые явились основополагающими для развития исследований в области физиологии физических упражнений и спорта (Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А., 1988; С.Б.Тихвинский, С.В.Хрущев, 1991).

Известно, что занятия различными видами спорта стимулируют соответствующие адаптационные перестройки в организме, и это обусловлено физиологической целесообразностью для данного вида спорта (Дембо А.Г., 1980; Солодков А.С., Судзиловский Ф.В., 1996). Это вполне закономерно с позиции функциональной системы гомеостаза и достижения полезного приспособительного эффекта за счет взаимодействия совокупности функциональных систем организма.

Изучение сердечной деятельности под влиянием двигательной активности вызывает неослабевающий интерес у исследователей. Сердце является отличным индикатором, способным определить потенциальный уровень приспособляемости вегетативных функций организма, развивающихся под влиянием мышечной деятельности. От функционального состояния сердца, которое очень быстро достигает предела своей производительности, зависит и физическая работоспособность (П.П.Озолин, 1984). Изучение потенциала сердечнососудистой системы приобретает

важное теоретическое и практическое значение для физиологии спорта при разработке путей и методов совершенствования спортивного мастерства, а также при отборе в различные виды спорта.

Одним из важнейших параметров, характеризующих функциональное состояние сердца, является частота сердцебиений (ЧСС). Это – лабильный показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы, который меняется в зависимости от силы влияния на сердце различных эндогенных и экзогенных факторов, сопряженных с деятельностью симпатического и парасимпатического отделов нервной системы.

В процессе роста и развития человека ЧСС снижается, достигая к подростковому возрасту величин, близких к показателям взрослых. Урежение частоты сердцебиений в онтогенезе происходит в основном за первые восемь лет жизни (на 91,20%). Такое возрастное изменение сердцебиений объясняют более выраженным холинергическим влиянием на сердечную мышцу, что способствует повышению предела работоспособности системы кровообращения (Ермолаев Ю.А., 1985).

При физических нагрузках, прежде всего, изменяется частота сердцебиений - важнейший физиологический механизм, осуществляющий срочную адаптацию системы кровообращения к мышечной работе. Быстрая реакция ЧСС обеспечивается наличием в нем широкого диапазона ритмических составляющих. При этом, чем шире диапазон колебаний сердечной деятельности и чем меньше шаг регуляции, т.е. наименьшее изменение ЧСС, возникающее под влиянием различных воздействий на организм, тем лучше регуляция кровообращения и тем выше работоспособность (Озолинь П.П., 1984).

В процессе адаптации к физическим нагрузкам частота сердечных сокращений у спортсменов замедляется в результате хронотропного влияния блуждающего нерва на синоатриальный узел. Это общепринятая точка зрения. При исследовании 1000 высококвалифицированных спортсменов Н.Д.

Граевская (1997) обнаружила в 95,5% случаев частоту сердцебиений менее 60 уд./мин.

О более редком пульсе у спортсменов сообщает и большинство других авторов. Различия касаются лишь частоты выявления такого редкого пульса, что в значительной степени зависит от специализации и квалификации спортсменов, периода подготовки и времени обследования, наконец, пола и возраста спортсменов. Как правило, более редкий пульс обнаруживают у спортсменов, тренирующихся в видах спорта, развивающих выносливость и имеющих более высокую квалификацию; в период более высокой подготовленности; при проведении обследования в условиях основного обмена; у мужчин по сравнению с женщинами; у взрослых спортсменов по сравнению с юными (Белоцерковский Э.Б., 2009).

Показатель частоты сердцебиений широко используется для оценки функционального состояния, качества регулирования сердечной деятельности и адаптационных возможностей системы кровообращения при физических нагрузках, что обусловлено простотой его определения, и достаточно высокой информативностью. Существенную информацию ЧСС несет при характеристике переходных процессов - от состояния покоя к нагрузке, от одной нагрузки к другой. Анализ данного показателя является традиционным при рассмотрении периода вработывания, устойчивого состояния и восстановления после выполнения работы (Карпман В.Л., Белоцерковский Э.Б., Гудков И.А., 1988).

Установлено, что в условиях систематических мышечных тренировок экстракардиальное влияние на инотропную функцию сердца и ударный объем крови уменьшается, а на ЧСС, наоборот, увеличивается, что вызывает урежение частоты сердцебиений в покое. Исследователями выявлены относительно высокие показатели ударного объема сердца у спортсменов, занимающихся соревновательной деятельностью. Увеличение объема выбрасываемой крови происходит, вероятно, за счет более полного опорожнения желудочков сердца вследствие увеличения сократительной

способности миокарда (Абзалов Н.И., Абзалов Р.Р., 2009; Хурамшин И.Г., 2009).

Адекватная реакция кардиореспираторной системы при нагрузках характеризуется линейным ростом частоты сердцебиений, потреблением кислорода и кислородного пульса. Существуют данные о том, что нарастание ЧСС при незначительной нагрузке происходит преимущественно за счет снижения парасимпатических влияний, а при субмаксимальной - за счет увеличения тонуса симпатического отдела нервной системы. Частота сердцебиений увеличивается за счет подавления барорефлекторных проявлений, развивающихся при подъеме артериального давления, парасимпатических влияний на сердце, а также вследствие возрастания симпатических воздействий. Повышение уровня катехоламинов в крови также может иметь значение. Возрастные особенности изменения ЧСС выражаются в скорости развертывания этого гемодинамического параметра. Некоторые авторы, изучавшие переходные процессы от условий покоя к работе, отмечают, что чем меньше возраст ребенка, тем быстрее происходит достижение максимальной для данной нагрузки ЧСС.

При увеличении мощности нагрузки у детей наблюдается повышение частоты сердцебиений, и своих субмаксимальных значений она достигает на уровне 1,50 Вт/кг. При дальнейшем нарастании мощности физических нагрузок, примерно 70% от максимально выполнимой, величины ЧСС меняются незначительно. Высокие показатели хронотропной функции сердца у детей, скорее всего, нужно считать одним из проявлений физиологических реакций сердечной деятельности. Р.А.Калюжная (1975) рассматривает максимальную ЧСС при больших мышечных нагрузках как явление компенсаторное для поддержания и увеличения МОК с целью удовлетворения возрастающих потребностей всего организма.

Для оценки функционального состояния сердца решающее значение имеет определение минутного объема кровообращения (МОК) и ударного объема крови (УОК). Факт возрастного увеличения этих показателей

объясняет изменением самого сердца, повышением мощности сердечной деятельности и общего увеличения массы тела. При этом величина МОК возрастает в меньшей степени, чем УОК, что обусловлено возрастным снижением ЧСС.

В литературе имеются данные о неравномерности изменения УОК с возрастом: периоды интенсивного повышения параметров гемодинамики чередуются с периодами незначительных изменений или некоторого снижения их. Выявлено скачкообразное повышение УОК, приходящееся у мальчиков на 4 и 11 лет, а у девочек - на 5 и 14 лет. Наибольший прирост объема сердца отмечают у подростков в возрасте 13-14 лет. Это связано со значительным увеличением массы желудочков сердца, что, приводит к значительному росту ударного выброса крови.

УОК и МОК зависят не только от возраста и пола, но и от физического развития. У детей с высоким уровнем физического развития отмечаются наибольшие значения этих показателей. В условиях функционального покоя транспортной системы наблюдается рост абсолютной величины МОК вдвое к 15-16 годам по сравнению с детьми 6-7 лет, что является следствием общего увеличения массы тела.

Наряду с частотой сердечбиений в адаптации сердечной деятельности к мышечным нагрузкам принимает участие и другой показатель гемодинамики - УОК. Увеличение УОК происходит за счет повышения сократимости миокарда и в результате возрастания венозного возврата, вызванного механорецепторами, а также более полного опорожнения желудочков сердца путем использования резервного объема крови. Быстрый прирост УОК до величин, близких к индивидуальному максимуму, при легкой работе обеспечивается за счет использования резервного объема крови. Причем увеличение УОК может происходить до тех пор, пока мощность нагрузки, не достигает уровня максимального потребления кислорода. При дальнейшем увеличении мощности физической нагрузки УОК уменьшается. Причина этого явления состоит в снижении эффективности наполнения сердца и

сократимости миокарда, т.к. высокая ЧСС препятствует адекватному наполнению желудочков сердца в диастоле. Период диастолического кровотока укорачивается, что потенциально не выгодно для коронарного кровоснабжения, которое становится неадекватным потребностям миокарда в кислороде и приводит к понижению сократительной функции сердца (Дембо А.Г., Земцовский Э.В., 1989).

Литературные данные свидетельствуют о более высоких величинах УОК во время выполнения физической нагрузки у людей тренированных по сравнению с нетренированными (Р.А.Меркулова с соавт., 1989).

Динамика физического развития и физической подготовленности, уровень работоспособности детей и подростков находятся в прямой зависимости от объема и характера регулярно выполняемых физических упражнений. Между тем, если двигательная активность организма становится чрезмерной, то положительное влияние физических упражнений снижается и может наблюдаться их негативное воздействие. Чрезмерно высокий уровень двигательной активности может оказаться стрессовой нагрузкой, на которую организм реагирует по типу неспецифического адаптационного синдрома. При этом происходит истощение симпатoadреналовой системы и угнетение общей иммунологической реактивности организма (Ермолаев Ю.А., 1985).

В процессе адаптации к физической нагрузке у спортсменов развивается гипертрофия миокарда и расширение полостей сердца. Все это способствует увеличению минутного объема крови и внешней работы, которую сердце может реализовать при максимальных нагрузках. Такое достижение адаптации обеспечивается как структурными изменениями, развивающимися в самом сердце: увеличением мощности системы энергообеспечения сердечной мышцы, кальциевого насоса, ответственного за ее расслабление и АТФазной активности миофибрилл, так и механизмами нейроэндокринной регуляции (Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г., 1989).

Необходимым условием для удовлетворения потребностей работающих мышц в кислороде является увеличение МОК. При физической нагрузке между потреблением кислорода и МОК существует взаимосвязь, имеющая линейный характер. При увеличении мощности работы наблюдается прогрессивное возрастание МОК, которое происходит за счет повышения УОК и ЧСС. Чем в большей степени активизация гемодинамики обеспечивается приростом УОК, а в меньшей тахикардией – тем выше функциональные и резервные возможности сердечно-сосудистой системы. Особенно это проявляется у спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость. У них обнаруживается большой объем левого желудочка, увеличенный конечно-диастолический диаметр, толщина стенок и выраженная гипертрофия миокарда. Все это во время выполнения физической нагрузки приводит к увеличению максимальной скорости сокращения желудочков сердца, к повышению вклада предсердий в заполнение желудочков кровью и росту фракции изгнания крови из левого желудочка, что положительно отражается на показателях сердечного выброса.

Соотношение между ЧСС и величиной УОК при мышечной деятельности зависит также от возраста и степени тренированности детского организма. С возрастом большинство исследователей отмечают более значительное увеличение УОК и менее ЧСС в ответ на применяемые дозированные физические нагрузки. Очевидно, это происходит в результате совершенствования и перестройки регуляторных механизмов сердца, определяющих адаптацию организма к мышечной деятельности, а также с увеличением размеров сердца и в связи с этим мощности сердечной мышцы.

В обеспечении организма кислородом в экстремальных условиях принимают участие практически все важнейшие структуры, мобилизация которых способствует не только достаточному поступлению кислорода к жизненно важным органам и тканям, но и лучшей его утилизации из крови, а также вымыванию из организма избытка углекислого газа. Эти процессы

осуществляет функциональная система, которая складывается из следующих звеньев: внешнего, или легочного дыхания, осуществляющего газообмен между наружной и внутренней средой организма; кровообращения - транспорта газов к тканям и от них; крови как газотранспортной среды; внутреннего или тканевого дыхания и центрального аппарата регуляции всех звеньев. Звенья единой системы дыхания, объединенные ведущей функцией в систему обеспечения кислородного режима организма, можно рассматривать как целостные подсистемы, которые в реальных условиях жизнедеятельности динамически взаимодействуют (Меерсон Ф.З., 1988).

При мышечной работе необходимое и своевременное снабжение организма кислородом, которое может возрасти по сравнению с уровнем покоя в 15-20 раз, возможно только при соответствующей функциональной перестройке кардиореспираторной системы. Это обеспечивается соответствующими изменениями легочной вентиляции, сердечного выброса, органного кровотока, массы циркулирующей крови и использованием резервов дыхательной функции. Особую нагрузку при этом испытывают системы кровообращения и дыхания, которые обладают определенной самостоятельностью и специфическими закономерностями функциональной организации и находятся в тесной связи с другими звеньями системы (Аулик И.В., 1990).

При физических нагрузках ЧД увеличивается тем больше, чем выше ее мощность и достигает более 60 дых/мин. Рост ЧД зависит от степени тренированности. Людям неподготовленным к физической работе свойственно поверхностное дыхание, которое проявляется в значительном его учащении. В этом случае ДО составляет всего лишь 10% от ЖЕЛ. У тренированных людей наблюдается умеренная ЧД до 30-35 дых/мин, но большая его глубина: ДО составляет 40-60% от ЖЕЛ. Это свидетельствует о том, что работа протекает в аэробных условиях. Во время выполнения физических нагрузок вентиляция легких может осуществляться как за счет увеличения ДО, так и ЧД, при сильном укорочении длительности

дыхательного цикла, что приводит к повышению производительности дыхательного процесса (Уилмор Дж. Х., 2001).

По мнению Ендальцева Б.В. (2014), при адаптации к любым факторам, в том числе и к физическим нагрузкам, наблюдается:

- рост функциональных возможностей физиологических систем и организма в целом;
- экономичность функционирования организма;
- повышение устойчивости к неблагоприятным воздействиям внешней и внутренней среды (в том числе к болезням).

Мышечная работа повышающейся мощности, характеризуясь прогрессивным увеличением минутного объема кровообращения и частоты сердечных сокращений, сопровождается характерной динамикой величин систолического объема крови. Этот показатель достигает своей максимальной индивидуальной величины уже при нагрузке сравнительно небольшой мощности. Увеличение систолического объема крови при мышечной работе достигается за счет значительного повышения скорости опорожнения желудочков (Карпман В.Л., 1994).

Известно, что регуляция сердечной деятельности при мышечной работе осуществляется в ином режиме, нежели в состоянии покоя. Как известно, в условиях покоя регулирование вегетативных систем организма направлено на поддержание гомеостаза (гомеостатическое регулирование); при физической нагрузке имеет место гетеростатический тип регулирования, направленный на поддержание необходимого уровня оксигенации гиперфункционирующего организма. Механизмы гетеростатического регулирования разнообразны: это и нервный и гуморальный механизмы, а также механизмы саморегуляции сердца (Белина О.Н., 1994).

По мнению Граевской Н.Д. (1997), тип адаптации сердца зависит от его исходных особенностей, вида спорта, характера тренировки, генетических факторов, наличия элементов перенапряжения и др. Оптимальным вариантом гипертрофии является увеличение массы миокарда за счет умеренного

равномерного изменения стенки и полости левого желудочка. При этом обнаруживают наивысшие функциональные возможности сердечно-сосудистой системы – повышение сократительной способности миокарда и эластических свойств магистральных сосудов, снижение ригидности аортально-компрессионной камеры, более низкие величины среднего артериального давления, большую степень соответствия минутного объема циркуляции периферическому сопротивлению, что позволяет сердцу работать в более эффективном энергетическом режиме. Особенно четко это проявляется при физических нагрузках.

У спортсменов в условиях покоя наступает увеличение сердца. Это происходит вследствие перестройки вегетативной нервной системы, повышения центрального тонуса блуждающего нерва. На отдаленном этапе восстановительного периода повышенный тонус центра блуждающего нерва способствует снижению диастолического тонуса миокарда у спортсменов. На основе этого и развивается процесс дилатации, приводящий к увеличению размеров сердца (Борисова Ю.А., 1994).

Борисова Ю.А. (1994) в своих исследованиях изучала увеличение объема сердца у юных спортсменов на ранних этапах адаптации к физической нагрузке. Это явление она называет «физиологически увеличенное сердце спортсменов». По мнению автора, такое увеличение является результатом общей перестройки всего организма, как единого целого, в ответ на интенсивную мышечную работу, когда морфологические изменения теснейшим образом связаны с функциональными. Это означает, что увеличение объема сердца у здоровых тренированных людей обязательно должно предопределять рост резервных возможностей организма. Очевидно, однако, что подобное увеличение размеров сердца у спортсменов не может быть беспредельным.

По мнению Озолинь П.П. (1984), основным звеном в процессе адаптации сердечно-сосудистой системы к систематическим спортивным нагрузкам является развитие микроциркуляции в скелетных мышцах.

Расширение сети мелких капилляров позволяет увеличить контактную поверхность, разделяющую кровь и мышечную ткань, а также снизить периферическое сопротивление сосудов.

Артериальное давление (Каро К. с соавт, 1981) является той реальной силой, которая обеспечивает продвижение крови через общее периферическое сопротивление артериальной системы, представляющее собой суммарное вязкостное сопротивление капилляров мышц, органов и тканей.

Систолическое артериальное давление, по наблюдениям Э.Б. Белоцерковского (2009), у спортсменов, занимающихся столь различными видами спорта (современное пятиборье, фигурное катание, прыжки в воду, бокс, спортивная гимнастика), колебалось (по средним данным) в диапазоне 105–115 мм рт. ст., а в таких видах спорта, как баскетбол, водное поло, парусный спорт, гребля, футбол, плавание, т.е. в тех видах спорта, представители которых отличались высокими антропометрическими характеристиками, систолическое давление колебалось в пределах 116–120 мм рт. ст. Диастолическое давление у абсолютного большинства спортсменов составляло 65–75 мм рт. ст. Таким образом, уровень давления (по средним данным) не превышал тех оптимальных величин систолического и диастолического давления, которые регистрируют у здоровых лиц взрослого возраста, скорее можно говорить о тенденции к снижению – систолическое давление хотя и находится в пределах нормы, но на нижних ее границах.

Периферическое сопротивление артериальной системы определяет вязкостную составляющую сосудистой нагрузки сердца. В свою очередь, величина артериального давления, определяющего поток крови через периферическое сопротивление, зависит от эластического сопротивления артериальной системы и увеличения объема аортальной компрессионной камеры (АКК), происходящего при выбросе крови в аорту.

Отметим, что эластическое сопротивление (или модуль объемной упругости АКК) дается отношением малого изменения давления (ΔP) в АКК к соответствующему малому изменению (ΔV) ее объема. При этом артериальное давление и его изменения определяются не столько самим эластическим сопротивлением, сколько и одновременным действием периферического сопротивления, которое замедляет отток крови из АКК, способствуя увеличению объема АКК в фазу быстрого изгнания крови (Орел В.Р., Смоленский А.В., 2017).

Белоцерковский Б.Г. (1998) исследовал артериальное давление у спортсменов при изометрической нагрузке. По мнению автора, под влиянием изометрической нагрузки у спортсменов возникают выраженные сдвиги в работе сердечно-сосудистой системы. Возрастает автоматизм синусового узла и соответственно увеличивается частота сердечных сокращений, повышается систолическое и в еще большей степени среднее и особенно диастолическое давление. Наибольшие изменения претерпевает индекс пульс-давление, дающий косвенное представление о потреблении кислорода миокардом. Определенные изменения претерпевает контрактильность миокарда, что документируется формированием фазового синдрома гипердинамии сердца. Изометрические напряжения различных мышечных групп как при выполнении общепринятой функциональной пробы (сжатие кистью динамометра с силой, составляющей определенный процент от максимальной), так и основанных на удерживании дополнительного веса, вызывают однотипные по направленности изменения в работе аппарата кровообращения. На основании полученных результатов можно заключить, что у спортсменов, т.е. у лиц, адаптированных к мышечной деятельности, стандартная изометрическая нагрузка вызывает менее выраженные изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы, чем у нетренированных лиц.

Выполняемые испытуемыми изометрические нагрузки относительно небольшие по сравнению с теми, которые наблюдаются в реальной

спортивной деятельности. Однако, как оказалось, и в этом случае изометрические нагрузки вызывают четкие сдвиги в динамике сердечного сокращения, а у каждого третьего спортсмена диастолическое давление достигает высоких значений - равняется или превышает 120 мм рт.ст., т.е. тех величин, которые являются обязательным признаком прекращения физической нагрузки при выявлении скрытой коронарной недостаточности с помощью нагрузочной электрокардиографии.

1.3. Анализ исследований гемодинамики у спортсменов

Данилов М.С. (2016), проведя комплексный анализ в годичном цикле тренировки функционального состояния футболистов, установил, что динамика показателей кровообращения в сезоне различна для разных типов кровообращения (ТК). Для гипокинетического ТК автором отмечается постепенное постоянное нарастание напряженности центральной гемодинамики с самыми большими значениями в конце сезона. У других типов кровообращения напряженность постепенно снижается от 3 мес. к 7 мес., а в конце сезона отмечаются самые плохие значения. Интересно, что эта динамика у лиц с гиперкинетическими и эукинетическими ТК повторяет динамику показателей технико-тактического мастерства с отставанием на 1-1,5 месяца. Автор делает вывод, что у лиц с эу- и гиперкинетическими ТК технико-тактические показатели во время нагрузок влияют на состояние центральной гемодинамики (имеется в виду замедленное восстановление системы кровообращения после нагрузок). Причина этого заключается в том, что кровообращение обеспечивает питание мышц при нагрузках, тем самым определяя работоспособность, и вероятно, у данной категории лиц работает на пределе, что подтверждает нерациональную долговременную адаптацию сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам. У лиц с гипокинетическим ТК, с рациональной долговременной адаптацией

сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам, такой зависимости между гемодинамикой и технико-тактическими показателями в этой группе при данном тренировочном процессе не отмечается, что свидетельствует о наличии дополнительных резервов сердечно-сосудистой системы. Полученные данные позволяют применять различные методики для тренировок лиц с разными типами кровообращения. При стандартном тренировочном процессе у одних спортсменов могут наблюдаться явления перетренированности, а у других недозагруженности. Применение индивидуального подхода (по различным показателям) позволяет нивелировать эти процессы, что проявится в улучшении подготовленности и однородности команды в целом.

В исследованиях Белоцерковского Э.Б. (2009), ударный объем крови (по средним данным) 258 спортсменов 16 различных специализаций варьирует в широком диапазоне – от 74 мл (у прыгунов в воду) до 100–115 мл (у велосипедистов, баскетболистов, ватерполистов, гребцов), составляя в среднем 94 мл. Значения этого показателя у представителей большинства видов спорта превышают те, которые обычно наблюдаются у здоровых нетренированных мужчин. Исключение составляют спортсмены тех специализаций, успешное выступление которых не лимитируется системой транспорта кислорода.

В исследовании Артамонова В. (1998), 3-х месячный период занятий шейпингом выявил положительные сдвиги в состоянии кровообращения у занимающихся женщин. Даже у тех из них, у которых при первичном исследовании показатели сердечно-сосудистой деятельности находились в пределах физиологической нормы, наблюдались признаки улучшения внутрисистемных регуляторных взаимосвязей, что повышало функциональный уровень системы кровообращения. В конце 6-ти месячного периода занятий эта же тенденция направленности изменений сохранилась.

Результатом указанных сдвигов явилась более или менее выраженная нормализация АД у большинства занимающихся.

Продвижение минутного объема крови у спортсменов с повышенным уровнем индивидуальной физической работоспособности происходит в среднем со сниженными затратами внешней механической работы левого желудочка. Причем это документируется как уменьшенными величинами динамической составляющей артериального импеданса, отражающей кинетическую энергию ударного объема крови, так и сравнительно сниженными величинами эластического сопротивления, которое является определяющим для затрат энергии сердца на расширение стенок аортальной компрессионной камеры в процессе изгнания крови. Эти факты указывают на очевидную энергетическую экономичность деятельности сердца при уменьшенных величинах артериального импеданса и эластического сопротивления как в покое, так и при мышечной работе, что и наблюдается у спортсменов с повышенным уровнем PWC170 (Орел В.Р. и др., 1994).

Факт повышения ударного объема крови у спортсменов следует и из данных определения ударного индекса, показателя, позволяющего нивелировать различия в уровне физического развития. Установлена зависимость между диастолическим объемом полости левого желудочка и ударным объемом крови. Она выражается в том, что с увеличением объема полости пропорционально увеличиваются значения ударного объема крови. Если принять, что у спортсменов увеличение диастолической емкости желудочка вследствие более полной релаксации приводит к удлинению саркомеров, то увеличение ударного объема крови, вероятно, связано с усилением сердечного сокращения в результате действия механизма Франка–Старлинга.

Может быть назван еще один не менее существенный фактор, способствующий увеличению ударного объема крови у спортсменов. Известно, что у спортсменов, развивающих выносливость, увеличен объем циркулирующей крови (в основном за счет увеличения объема плазмы

вследствие повышенного содержания белков в циркулирующей крови). Это дает основание полагать, что повышение наполнения кровью сосудистой системы может приводить к увеличению венозного возврата крови к сердцу (по мнению А. Гайтона, вследствие роста среднего системного давления) и в конечном счете – к увеличению сердечного выброса (Белоцерковский Э.Б., 2009).

Блинков С.Н. (2014), провел сравнительный анализ отдельных показателей центральной гемодинамики сельских и городских школьников. Им установлено, что как школьники, так и школьницы 7-17 лет, проживающие в городской местности имеют более высокие значения показателей АДС, АДД и ЧСС в большинстве возрастно-половых групп. Это говорит о напряженности функционирования в работе сердечно-сосудистой системы и указывает на негативное влияние урбанизации (неблагоприятная экологическая обстановка, шумы, искусственная среда обитания, отсутствие или недостаток привычной и бытовой двигательной активности и др.) на формирование и деятельность сердечно-сосудистой системы школьников 7-17 лет. Данный факт указывает на преимущество сельского образа жизни, благоприятной экологической обстановки, привычной и бытовой двигательной активности с точки зрения положительного влияния на основные показатели центральной гемодинамики школьников, как одного из главных показателей здоровья и физического состояния детей и подростков.

По мнению Двурековой Е.А. (2015) существуют особенности функционального состояния тканевого кровотока у спортсменов, специализирующихся в единоборствах. Автор выявила, что у представителей тхэквондо адаптационные изменения системы микроциркуляции связаны с ослаблением тонуса микрососудов, процессами вазодилатации и увеличением объема крови в микроциркуляционном русле. Адаптационные изменения микрогемодинамики дзюдоистов, напротив, связаны с повышением нейрогенного тонуса артериол и артериоло-

венулярных анастомозов, и, как следствие, увеличением жесткости их сосудистой стенки.

Зиятдинова А.И. с соавт. (2008) установили, что мышечные нагрузки при занятиях плаванием влияют на урежение ЧСС. При этом темпы урежения ЧСС более выражены у 10-11-летних спортсменов, чем у 12-13-летних. При этом, УОС в покое выше у детей занимающихся плаванием, по сравнению с не занимающимися спортом.

В литературе и до настоящего времени не решен вопрос о влиянии занятий спортом на минутный объем кровообращения. В наблюдениях Белоцерковского Э.Б. (2009), сердечный выброс у спортсменов различных специализаций колебался в пределах 4,5–5,5 л/мин. В контрольной группе по средним данным этот показатель, как и у спортсменов, равнялся 5,3 л/мин.

Минутный объем кровообращения зависит, главным образом, от двух переменных – частоты сердечных сокращений и ударного объема крови. Помимо этого на величину показателя могут влиять антропометрические характеристики, пол, возраст и т.д. Действительно у спортсменов с большей поверхностью тела, превышающей 1,95 м², обнаруживались большие величины минутного объема крови. С тем, чтобы нивелировать влияние этого фактора, рассчитывали так называемый сердечный индекс – на единицу поверхности тела. И в этом случае оказалось, что величины сердечного индекса у спортсменов были практически такие же, как и у нетренированных лиц. Можно было говорить лишь о некоторой тенденции к снижению. Объясняется это скорее всего следующим.

В условиях покоя у спортсменов степень снижения частоты сердечных сокращений меньше, а увеличение ударного объема крови больше. У спортсменов больше поверхность тела. В конечном счете все это и определяет тот факт, что минутный объем кровообращения у спортсменов не отличается сколько-нибудь существенно от величин, регистрируемых у нетренированных лиц (Белоцерковский Э.Б., 2009).

Продвижение минутного объема крови у спортсменов с повышенным уровнем индивидуальной физической работоспособности происходит в среднем со сниженными затратами внешней механической работы левого желудочка, по сравнению со спортсменами с более низким уровнем физической работоспособности. Причем это подтверждается как уменьшенными величинами динамической составляющей артериального импеданса, отражающей кинетическую энергию ударного объема крови, так и сравнительно сниженными величинами эластического сопротивления, которое является определяющим для затрат энергии сердца на расширение стенок аортальной компрессионной камеры в процессе изгнания крови. Эти факты указывают на очевидную энергетическую экономичность деятельности сердца при уменьшенных величинах артериального импеданса и эластического сопротивления как в покое, так и при мышечной работе, что и наблюдается у спортсменов с повышенным уровнем PWC_{170} (Орел В.Р., 1994).

Караулова С.И. (2006), в своих исследованиях подтвердила общеизвестные представления о положительном влиянии систематических физических нагрузок на организм занимающихся. Автором получены экспериментальные данные относительно возрастной динамики функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов в возрасте 12-23 лет и спортсменок в возрасте 12-18 лет. По ее мнению для спортсменов в возрастном периоде от 12 до 23 лет характерна постепенная оптимизация функционального состояния аппарата кровообращения. Вместе с тем, наличие в возрастной группе спортсменов 15-18 лет признаков функционального напряжения сердечно-сосудистой системы позволяет охарактеризовать данный возраст, как "критический период" процесса адаптации организма спортсменов к воздействию систематических физических нагрузок. Среди спортсменок в возрастном диапазоне 12-18 лет также отмечался похожий характер приспособительных изменений аппарата

кровообращения, однако "критическим периодом" данных изменений их организма следует признать возраст от 12 до 14 лет.

П.Г. Койносов (2005) изучил изменения гемодинамики и функциональных резервов сердечно-сосудистой системы организма студентов, занимающихся по здоровьесберегающим технологиям. Полученные им данные выявили как конституциональные особенности, так и межгрупповые различия. Автором обнаружено, что у юношей, занимающихся по здоровьесберегающим технологиям, кровоток перераспределяется более эффективно. Исследование общего сопротивления периферической сосудистой сети (ОСПСС) выявило, что у тренированных юношей показатели ОСПСС на 25-35 усл.ед. больше, чем у нетренированных юношей.

Колунин Е.Т. (2016), изучил влияние положения тела в пространстве на показатели центральной гемодинамики при пробе Мартине-Кушелевского. Использование в практике физической культуры функциональной пробы Мартине–Кушелевского для диагностики функционального состояния сердечнососудистой системы на протяжении многих лет показало её целесообразность и эффективность. В специальной медицинской литературе при проведении данной пробы обязательно учитываются базовые показатели гемодинамики в состоянии т.н. «физиологического покоя», при этом обследуемый может находиться в положении сидя или лежа. Автором показано, что положение тела в пространстве не оказывает влияния на конечный результат пробы.

Линдт Т.А. (2015), провела исследование срочной адаптации сердечно-сосудистой системы хоккеистов в возрасте 11–21 год к физическим нагрузкам аэробной и анаэробной направленности. Автором выявлено, что показатели центральной гемодинамики сердечно-сосудистой системы в условиях относительного покоя у хоккеистов 11–21 года соответствуют возрастным нормам. В возрасте 11–12 лет у хоккеистов преобладает эукинетический тип гемодинамики, начиная с 17–18 лет —

гипокинетический. В возрасте 13–14 лет в равной степени выявлены гипо-, эу- и гиперкинетический типы кровообращения. В возрастном диапазоне с 11–12 до 13–14 лет происходит увеличение МОК, в следующих возрастных периодах наблюдается его снижение. В возрасте 17–18 лет у хоккеистов отмечаются снижение двойного произведения (ДП), увеличение пульсового давления (ПД) и УОК.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Методы исследования

Для решения поставленных задач нами были использованы следующие методы исследования:

- анализ научно-методической литературы;
- методы исследования центральной гемодинамики;
- педагогический эксперимент;
- методы математической статистики.

Анализ научно-методической литературы. Анализировались данные научной литературы, посвященные роли сердечно-сосудистой системы в транспорте кислорода при мышечной деятельности, адаптации сердечно-сосудистой системы у спортсменов и изменении показателей гемодинамики, анализу исследований гемодинамики у спортсменов. После этого была сформирована концепция исследования и методологический аппарат, и подбирались методы изучения гемодинамики у футболистов.

Исследования центральной гемодинамики футболистов проводилось до начала эксперимента и по его окончании.

Методы исследования центральной гемодинамики

Артериальное давление (АД) измеряется слуховым или аускультативным методом Н.С. Короткова. Для измерения АД в наших исследованиях использовали полуавтоматический тонометр OMRON S1. Данным тонометром также проводили измерение **частоты сердечных сокращений (ЧСС)**.

Среднее АД является важнейшим показателем состояния системы кровообращения. Эта величина выражает энергию непрерывного движения крови и, в отличие от величин систолического и диастолического давлений,

является устойчивой и удерживается с большим постоянством (Савицкий Н.Н., 1974).

Определение уровня среднего артериального давления необходимо для расчета периферического сопротивления и работы сердца. В условиях покоя его можно определить расчетным способом, используя формулу Nickarm:

Среднее артериальное давление определяется расчетным методом по формуле:

$$АД_{ср} = АД_{д} - (АД_{с} - АД_{д})/3,$$

где АД_{ср} – среднее артериальное давление, мм.рт.ст., АД_с – систолическое артериальное давление, мм.рт.ст., АД_д – диастолическое артериальное давление мм.рт.ст.

Зная величины систолического и диастолического АД можно определить **пульсовое давление** по формуле:

$$ПД = АД_{с} - АД_{д},$$

где ПД – пульсовое давление, мм.рт.ст., АД_с – систолическое артериальное давление, мм.рт.ст., АД_д – диастолическое артериальное давление мм.рт.ст.

Для определения **ударного или систолического объема сердца** использовали формулу Старра (1954), модифицированную Заболотских И.Б. с соавт. (1999):

$$УОС = (90,97 + 0,54 \times ПД - 0,57 \times АД_{д} - 0,61 \times В) \times f,$$

где УОС – ударный объем сердца, мл, ПД – пульсовое давление, мм.рт.ст., АД_д – артериальное диастолическое давление, мм.рт.ст., В – возраст в годах, f – согласующий коэффициент.

Для определения значения согласующего коэффициента дополнительно учитывают частоту сердечных сокращений:

- при условии частоты сердечных сокращений от 60 до 90 в мин и
 - пульсового артериального давления от 25 до 49 мм рт.ст.
- согласующий коэффициент принимают равным 1,64;
- пульсового артериального давления от 50 до 74 мм рт.ст.

согласующий коэффициент принимают равным 1,75;

- пульсового артериального давления от 75 до 100 мм рт.ст.

согласующий коэффициент принимают равным 1,4;

- при условии частоты сердечных сокращений от 91 до 130 в мин

согласующий коэффициент принимают равным 1,0.

Используя величины ЧСС и УОС, **определяли минутный объем кровообращения** по формуле:

$$\text{МОК} = \text{ЧСС} \times \text{УОС},$$

где МОК – минутный объем кровообращения, л/мин., ЧСС – частота сердечных сокращений, уд./мин; УОС – ударный объем сердца, мл.

По величинам МОК и АДср можно определяли **общее периферическое сопротивление сосудов** по формуле:

$$\text{ОПСС} = \text{АДср} \times 1332 \times \text{Т} / \text{МОК} \text{ дин} \times \text{сек/см}^{-5},$$

где ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов, дин \times сек/см⁻⁵, АДср – среднее артериальное давление, мм.рт.ст., Т – 60 сек, МОК – минутный объем кровообращения, л/мин, 1332 – коэффициент для перевода в дины.

Для спортсменов величина общего периферического сопротивления сосудов в состоянии покоя составляет примерно 1500 дин \times см⁻⁵/с и может колебаться в широких пределах, что связано с типом кровообращения и направленностью тренировочного процесса.

Чтобы рассчитать **удельное периферическое сопротивление сосудов**, следует привести величину ОПСС к единице поверхности тела.

Площадь поверхности тела рассчитывали по формуле Дюбуа, исходя из роста и массы тела обследуемого:

$$\text{ППТ} = 0,007184 \times \text{М}^{0,425} \times \text{Д}^{0,725}$$

где ППТ – площадь поверхности тела, м²; М – масса тела, кг; Д - длина тела, в см.

Удельное периферическое сопротивление сосудов рассчитывали по формуле:

$$\text{УПСС} = \text{ОПСС} / \text{ППТ},$$

где УПСС – удельное периферическое сопротивление сосудов, дин х сек/см⁻⁵/м², ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов, дин х сек/см⁻⁵, ППТ – площадь поверхности тела, м².

Для максимально возможной индивидуализации главных гемодинамических показателей, которыми являются УОС и МОК, нужно их привести к площади поверхности тела.

Показатель УОС, приведенный к площади поверхности тела (м²), называется **ударным индексом**, показатель МОК приведенный к площади поверхности тела (м²), называется **сердечным индексом**.

$$\text{УИ} = \text{УОС} / \text{ППТ},$$

где УИ – ударный индекс, мл/м², УОС – ударный объем сердца, мл, ППТ – площадь поверхности тела, м².

$$\text{СИ} = \text{МОК} / \text{ППТ},$$

где СИ – сердечный индекс, л/мин/м², МОК – минутный объем кровообращения, л/мин.

Н.Н. Савицкий (1976) по величине СИ выделил 3 типа кровообращения: гипо-, -эу- и гиперкинетические типы кровообращения. Этот индекс в настоящее время расценивается как основной в характеристике кровообращения.

Гипокинетический тип кровообращения характеризуется низким показателем СИ и относительно высокими показателями ОПСС и УПСС.

При **гиперкинетическом** типе кровообращения определяются самые высокие значения СИ, УИ, МОК и УО и низкие - ОПСС и УПСС.

При средних значениях всех этих показателей тип кровообращения называется **эукинетическим**.

Для эукинетического типа кровообращения (ЭТК) СИ = 2,75 - 3,5 л / мин/ м². Гипокинетический тип кровообращения (ГТК) имеет СИ менее 2,75 л / мин/м², а гиперкинетический тип кровообращения (ГрТК) более 3,5 л/ мин/м².

Различные типы кровообращения обладают своеобразием адаптационных возможностей и им свойственно разное течение патологических процессов. Так, при ГрТК сердце работает в наименее экономичном режиме и диапазон компенсаторных возможностей этого типа кровообращения ограничен. При этом типе гемодинамики имеет место высокая активность симпатoadреналовой системы. Наоборот, при ГТК сердечно-сосудистая система обладает большим динамическим диапазоном и деятельность сердца наиболее экономична.

Поскольку пути приспособления сердечно-сосудистой системы у спортсменов зависят от типа кровообращения, то и способность адаптироваться к тренировкам с различной направленностью тренировочного процесса имеет отличия при разных типах кровообращения.

Так, при преимущественном развитии выносливости ГТК встречается у 1/3 спортсменов, а при развитии силы и ловкости - всего у 6%, при развитии быстроты этого типа кровообращения не обнаруживается. ГрТК отмечается преимущественно у спортсменов, в тренировках которых преобладает развитие скорости. Данный тип кровообращения у спортсменов, развивающих выносливость, встречается очень редко, в основном при снижении адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы.

Методика определения адаптационного потенциала системы кровообращения (Баевский Р.М. с соавт., 1987)

Адаптационный потенциал определяли по формуле:

$$\text{АП} = (0,0011 \times \text{ЧП}) + (0,014 \times \text{САД}) + (0,008 \times \text{ДАД}) + (0,009 \times \text{МТ}) - \\ - (0,009 \times \text{Р}) + (0,014 \times \text{В}) - 0,27$$

где АП – адаптационный потенциал системы кровообращения в баллах;

ЧП – частота пульса в уд. в мин.;

САД – систолическое артериальное давление в мм.рт.ст.;

ДАД – диастолическое артериальное давление в мм.рт.ст.;

Р – рост в см.;

МТ – масса тела в кг.;

В – возраст в годах.

По значениям АП возможно определить функциональное состояние спортсмена.

Трактовка пробы:

- АП ниже 2,60 – удовлетворительная адаптация системы кровообращения;
- АП 2,60-3,09 – напряжение механизмов адаптации;
- АП 3,10-3,49 – неудовлетворительная адаптация;
- АП 3,50 и выше – срыв адаптации.

Двойное произведение (ДП), или индекс Робинсона, как показатель, характеризующий механическую деятельность сердца и аппарата кровообращения в целом и косвенно свидетельствующий о потреблении миокардом кислорода, рассчитывали по формуле:

$$\text{ДП} = (\text{АДс} \times \text{ЧСС})/100,$$

где АДс – систолическое давление в мм рт. ст., ЧСС - частота сердечных сокращений за 1 минуту.

Критерии косвенной оценки двойного произведения в условиях относительного покоя:

средние значения - от 76 до 89 усл. ед.;

выше среднего - 75 и меньше;

ниже среднего - 90 и выше.

Методы математической статистики

Полученный в эксперименте цифровой материал был обработан статистически с использованием t – критерия Стьюдента (Железняк Ю. Д., Петров П. К., 2008) . Результаты рассматривали как достоверные, начиная со значения $p < 0,05$.

2.2. Организация исследования

Исследование состояло из нескольких взаимосвязанных этапов:

На первом этапе (сентябрь 2016 - май 2017 года) проводили анализ и обобщение литературы по исследуемой проблеме, определялся комплекс методов исследования.

На втором этапе были определены объект и предмет, цель исследования, поставлены задачи и сформулирована гипотеза. На этом же этапе происходил подбор методов исследования центральной гемодинамики футболистов.

На третьем этапе проходил педагогический эксперимент, который длился с сентября 2017 по апрель 2018 года. В ходе эксперимента проводилось исследование состояния центральной гемодинамики футболистов сборной НИУ «БелГУ» в годичном цикле подготовки. В исследованиях приняли участие 12 футболистов 18-21 летнего возраста. Тренировочный процесс проходил по программе, разработанной на кафедре спортивных дисциплин факультета физической культуры Педагогического института. Тренер команды Руцкой И.А. Футболисты тренировались три раза в неделю по два часа. В осенний и весенний период тренировки проходили на футбольной площадке спортивного комплекса «Буревестник». В зимний период – в игровом зале. Команда принимала участие в универсиаде вузов Белгородской области, спартакиаде НИУ «БелГУ».

Исследование показателей центральной гемодинамики футболистов проводили в лаборатории функциональной диагностики факультета физической культуры Педагогического института НИУ «БелГУ» в состоянии покоя, утром натощак.

До начала эксперимента было проведено предварительное исследование, которое позволило определить исходное состояние центральной гемодинамики футболистов сборной НИУ «БелГУ». Далее, в течение годичного цикла тренировки проводился педагогический эксперимент. По окончании педагогического эксперимента проводилось

контрольное исследование состояния центральной гемодинамики футболистов.

Четвертый этап (апрель 2018 года) педагогического эксперимента был посвящен обработке полученных результатов с помощью методов математической статистики и написанию магистерской диссертации.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В начале тренировочного периода провели исследования показателей центральной гемодинамики футболистов различных игровых амплуа сборной команды НИУ «БелГУ». Как видно из данных табл. 3.1, статистически достоверных различий в этих показателях между представителями разных игровых амплуа не выявлено.

Таблица 3.1

Показатели центральной гемодинамики футболистов различных игровых амплуа в начале учебно-тренировочного периода ($M \pm m$)

Показатели	Амплуа			
	Вратарь (n=3)	Защитник (n=3)	Полузащитник (n=3)	Нападающий (n=3)
	1	2	3	4
ЧСС, уд./мин.	74,0 \pm 1,67	69,3 \pm 1,67	70,0 \pm 3,32	72,0 \pm 2,51
Адсист., мм.рт.ст.	120,0 \pm 0,0	123,3 \pm 2,09	121,67 \pm 2,09	120,0 \pm 0,0
Аддиаст., мм.рт.ст.	76,67 \pm 4,18	81,67 \pm 2,09	80,0 \pm 0,0	76,67 \pm 4,18
ПД, мм.рт.ст.	43,33 \pm 4,18	41,67 \pm 2,09	41,67 \pm 2,09	43,33 \pm 4,18
АД ср., мм.рт.ст.	62,22 \pm 5,58	67,78 \pm 2,79	66,11 \pm 0,70	62,22 \pm 5,58
УОС, мл	94,89 \pm 7,62	89,41 \pm 4,23	89,96 \pm 1,43	95,56 \pm 9,29
МОК, л	7,03 \pm 0,73	6,19 \pm 0,15	6,29 \pm 0,20	6,90 \pm 0,91
СИ, л/мин/м ²	3,48 \pm 0,35	3,22 \pm 0,09	3,50 \pm 0,22	3,54 \pm 0,48
Тип гемодинамики	ЭТК	ЭТК	ЭТК	ГрТК
ОПСС, дин*с/см ⁻⁵	1204,31 \pm 215,55	1460,11 \pm 94,01	1400,42 \pm 32,30	1236,83 \pm 257,09

УПСС, у.е.	599,91±121,98	760,70±53,82	780,42±57,41	635,78±125,63
АП, балл	2,17±0,05	2,23±0,09	2,18±0,04	2,14±0,05
Индекс Робинсона, у.е.	88,80±2,01	85,10±2,64	85,10±2,64	86,40±3,01

Однако просматривается тенденция в некоторых показателях. Так ЧСС у защитников в среднем была ниже, чем у представителей других амплуа. Ударный объем сердца (УОС) наибольшим оказался у нападающих. Тип гемодинамики был гиперкинетическим у нападающих, у игроков других амплуа – эукинетическим. В целом показатели центральной гемодинамики футболистов соответствуют возрастным нормам.

В конце тренировочного периода произошли существенные изменения в показателях центральной гемодинамики футболистов, по сравнению с началом исследования. Тип гемодинамики у представителей всех игровых амплуа стал эукинетическим. Достоверных различий в средних значениях исследуемых показателей между представителями разных игровых амплуа, также как и в начале тренировочного цикла не выявлено (табл. 3.2.).

Таблица 3.2

Показатели центральной гемодинамики футболистов различных игровых амплуа в конце учебно-тренировочного периода ($M \pm m$)

Показатели	Амплуа			
	Вратарь (n=3)	Защитник (n=3)	Полузащитник (n=3)	Нападающий (n=3)
	1	2	3	4
ЧСС, уд./мин.	64,00±1,67	64,00±1,67	62,00±1,67	64,67±0,84
Адсист., мм.рт.ст.	115,67±3,77	121,00±1,26	116,33±4,18	115,33±4,60
Аддиаст., мм.рт.ст.	72,33±3,77	78,00±4,60	74,33±3,35	73,67±5,86
ПД, мм.рт.ст.	43,33±4,18	43,00±4,18	42,00±1,67	41,67±3,77
АД ср., мм.рт.ст.	57,89±5,16	63,67±5,72	60,33±3,07	59,78±7,11

УОС, мл	97,94±7,27	93,02±8,04	94,56±2,39	95,89±10,48
МОК, л	6,27±0,55	5,95±0,57	5,86±0,13	6,20±0,67
СИ, л/мин/м ²	3,08±0,20	3,10±0,26	3,24±0,24	3,17±0,35
Тип гемодинамики	ЭТК	ЭТК	ЭТК	ЭТК
ОПСС, дин*с/см ⁻⁵	1246,96±214,69	1454,00±282,20	1372,85±85,13	1314,68±294,35
УПСС, у.е.	618,58±132,15	758,95±157,04	755,11±14,18	670,84±144,80
АП, балл	1,99±0,09	2,12±0,07	1,99±0,10	1,99±0,14
Индекс Робинсона, у.е.	74,09±4,33	77,42±1,21	72,13±3,60	74,62±3,96

Представляет интерес сравнение средних значений показателей гемодинамики футболистов за весь учебно-тренировочный период (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Изменение показателей центральной гемодинамики футболистов за учебно-тренировочный период ($M \pm m$)

Показатели	В начале	В конце	Разница	Разница, %	t	p
ЧСС, уд./мин.	71,33±0,92	63,67±0,55	7,67	12,04	7,11	<0,05
Адсист., мм.рт.ст.	121,25±0,46	117,08±1,11	4,17	3,56	3,47	<0,05
Аддиаст., мм.рт.ст.	78,75±1,39	74,58±1,85	4,17	5,59	1,80	>0,05
ПД, мм.рт.ст.	42,50±0,92	42,50±1,29	0	0	0	>0,05
АД ср., мм.рт.ст.	64,58±1,70	60,42±2,10	4,17	6,9	1,55	>0,05
УОС, мл	92,46±2,39	95,35±2,66	2,89	3,13	0,81	>0,05
МОК, л	6,60±0,20	6,07±0,18	0,53	8,76	1,99	>0,05
СИ, л/мин/м ²	3,44±0,11	3,15±0,08	0,29	9,28	2,17	<0,05
ОПСС, дин*с/см ⁻⁵	1325,42±65,03	1347,12±85,70	21,7	1,64	0,20	>0,05
УПСС, у.е.	694,20±40,84	700,87±48,31	6,67	0,96	0,11	>0,05
АП, балл	2,18±0,02	2,03±0,04	0,15	7,59	3,38	<0,05
Индекс Робинсона, у.е.	86,46±0,89	74,57±1,08	11,89	15,95	8,51	<0,05

Из данных табл. 3.3. видно, что годовой тренировочный цикл футболистов сборной команды НИУ «БелГУ» вызвал однотипные положительные сдвиги у представителей разных игровых амплуа в виде

урежения ЧСС с 71,33 до 63,67 в мин ($p<0,05$), снижения систолического артериального давления с 121,25 до 117,08 мм.рт.ст. ($p<0,05$), усиления сократительной способности миокарда, снижения периферического сосудистого сопротивления.

Такие сдвиги согласуются с данными известных специалистов в области спортивной медицины (Мотылянская Р.Е., 1980; Дембо А.Г., 1989; Хрущев С.В., 2008). По их мнению, тренировка оказывает большое влияние, как на развитие сердца, так и на его хронотропную функцию. Тренировка играет главную роль в появлении, особенно выраженной в возрасте 21-22 лет брадикардии, у спортсменов, ведущих систематическую и интенсивную тренировку.

Также о положительном влиянии тренировочного процесса можно судить по положительным сдвигам в таких показателях центральной гемодинамики, как снижение минутного объема кровообращения за счет понижения ударного индекса на фоне урежения ЧСС. О положительном влиянии футбольных тренировок на сердечно-сосудистую систему также можно судить по снижению таких известных в функциональной диагностике показателей как адаптационный потенциал системы кровообращения (АП) на 0,15 балла ($p<0,05$) и двойное произведение (индекс Робинсона) на 11,89 у.е. ($p<0,05$).

ВЫВОДЫ

1. По данным научно-методической литературы исследование показателей центральной гемодинамики спортсменов имеет важное теоретическое и практическое значение для спортивной физиологии и может использоваться для научного подхода к управлению тренировочным процессом.
2. В начале тренировочного периода статистически достоверных различий в показателях центральной гемодинамики футболистов различных игровых амплуа сборной команды НИУ «БелГУ» не выявлено. Тип гемодинамики был гиперкинетическим у нападающих, у игроков других амплуа – эукинетическим. В целом показатели центральной гемодинамики футболистов соответствуют возрастным нормам.
3. В конце тренировочного периода произошли существенные изменения в показателях центральной гемодинамики футболистов, по сравнению с началом исследования. Тип гемодинамики у представителей всех игровых амплуа стал эукинетическим. Достоверных различий в средних значениях исследуемых показателей между представителями разных игровых амплуа, также как и в начале тренировочного цикла не выявлено. Сравнение средних значений показателей гемодинамики футболистов показало, что годовой тренировочный цикл футболистов сборной команды НИУ «БелГУ» вызвал однотипные положительные сдвиги у представителей разных игровых амплуа в виде урежения ЧСС с 71,33 до 63,67 в мин ($p < 0,05$), снижения систолического артериального давления с 121,25 до 117,08 мм.рт.ст. ($p < 0,05$), усиления сократительной способности миокарда, снижения периферического сосудистого сопротивления. Также о положительном влиянии тренировочного процесса можно судить по положительным сдвигам в

таких показателях центральной гемодинамики, как снижение минутного объема кровообращения за счет понижения ударного индекса на фоне урежения ЧСС. О положительном влиянии футбольных тренировок на сердечно-сосудистую систему также можно судить по снижению таких известных в функциональной диагностике показателей как адаптационный потенциал системы кровообращения (АП) на 0,15 балла ($p<0,05$) и двойное произведение (индекс Робинсона) на 11,89 у.е. ($p<0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендуем использовать показатели центральной гемодинамики в тренировочном процессе футболистов для оперативного и этапного контроля их функционального состояния.
2. Методика исследования центральной гемодинамики включает следующие показатели: артериальное давление, частота сердечных сокращений, среднее артериальное давление, пульсовое давление, систолического объема сердца, определяли минутный объем кровообращения, общее периферическое сопротивление сосудов, удельное периферическое сопротивление сосудов, ударный индекс, сердечный индекс. Часть этих показателей определяется прямо с помощью простых приборов и инструментов, часть рассчитывается по формулам известных специалистов в области физиологии и спортивной медицины, приведенных во второй главе диссертационной работы. По величине сердечного индекса можно определить 3 типа кровообращения: гипо-, -эу- и гиперкинетический типы кровообращения. Этот индекс в настоящее время расценивается как основной в характеристике кровообращения. Также рекомендуем рассчитать адаптационный потенциал системы кровообращения и двойное произведение или индекс Робинсона, как показатели, характеризующие деятельность сердца и аппарата кровообращения в целом и свидетельствующие о его приспособлении к физической нагрузке в процессе регулярных тренировок.
3. Исследования центральной гемодинамики футболистов необходимо проводить в условиях лаборатории в состоянии покоя, утром натощак.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абзалов Н.И. Особенности частоты сердечных сокращений, ударного объема крови и минутного объема кровообращения в онтогенезе [Текст] / Н.И. Абзалов, Р.Р. Абзалов // Теория и практика физ. культуры. - 2009. - № 10. - С. 17-19.
2. Адаптивные возможности организма студентов с разным типом гемодинамики с учетом сезонов года [Текст] / Германов Г.Н. [и др.] // Культура физическая и здоровье. - 2015. - № 4 (55). - С. 96-101.
3. Александрова В.А. Изменения показателей центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца при восстановлении после выполнения танцевальных программ [Электронный ресурс] [Текст] / Александрова В.А., Тамбовцева Р.В., Орел В.Р. // Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта 21 века : материалы Всерос. науч.-практ. интернет-конф. / М-во спорта РФ, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)". - Москва, 2017. - С. 159.
4. Артамонов В. Влияние занятий шейпингом на гемодинамику у женщин [Текст] / Артамонов В. // Человек в мире спорта: Новые идеи, технологии, перспективы : Тез. докл. Междунар. конгр. - Москва, 1998. - Т. 2. - С. 520-521.
5. Артериальный импеданс и сосудистые сопротивления у спортсменов различной тренированности [Текст] / Орел В.Р. [и др.] // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб., посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана / РГАФК. - Москва, 1994. - С. 130-134.
6. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте [Текст] / И.В. Аулик. - Изд. 2-е, перераб., доп. - Москва: Медицина, 1990. - 192 с.

7. Белина О.Н. Механизмы регуляции сердечной деятельности у спортсменов в условиях мышечной работы [Текст] / Белина О.Н. // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб., посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана / РГАФК. - Москва, 1994. - С. 59-62.
8. Белоцерковский З.Б. Гемодинамическая реакция при статических и динамических физических нагрузках у спортсменов [Текст] / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина, Ю.А. Борисова // Физиология человека. - 2002. - Т. 28, № 2. - С. 89-94.
9. Белоцерковский З.Б. Динамика артериального давления в условиях физических нагрузок у юных теннисистов разного возраста и пола = Dynamics of Arterial Pressure in Conditions of Physical Loads of Young Tennis Players of Different Age and Sex / Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Горелов В.А. [Текст] // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. - 2001. - № 4. - С. 19-22.
10. Белоцерковский З.Б. Сократительная функция миокарда левого желудочка сердца и артериальное давление у спортсменов при изометрической нагрузке [Текст] / Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г. // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, посвященный 80-летию академии. - Москва, 1998. - Т. 4. - С. 180-185.
11. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов [Текст] / З. Б. Белоцерковский – 2-е изд., доп. – М. : Советский спорт, 2009. – 348 с.
12. Блинков С.Н. Сравнительный анализ возрастных изменений отдельных показателей центральной гемодинамики городских и сельских школьников 7 - 17 лет Ульяновской области = Comparative analysis of the age changes of separate indicators of the central haemo dynamics of city and rural school students aged 7 - 17 years in the Ulyanovsk region /

- Блинков С.Н., Левушкин С.П., Косихин В.П. [Текст] // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2014. - № 12 (118). - С. 20-25.
- 13.Борисова Ю.А. Изменение объема сердца у спортсменов в условиях воздействия "острой" физической нагрузки [Текст] / Борисова Ю.А. // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб., посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана / РГАФК. - Москва, 1994. - С. 162-167.
 - 14.Борисова Ю.А. Объем сердца у юных спортсменов на ранних этапах адаптации к физической нагрузке [Текст] / Борисова Ю.А. // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб., посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана / РГАФК. - Москва, 1994. - С. 168-175.
 15. Влияние сосудистых сопротивлений на процесс формирования артериального давления [Текст] / Орел В.Р. [и др.] // Национальные программы формирования здорового образа жизни : междунар. науч.-практ. конгресс, 27-29 мая 2014 г. : в 4 т. / М-во спорта РФ, Департамент образования г. Москвы, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)". - Москва, 2014. - Т. 1 : материалы конгресса. - С. 330-334.
 - 16.Граевская Н.Д. Еще раз к проблеме "спортивного сердца" / Граевская Н.Д., Гончарова Г.А., Калугина Г.Е. [Текст] // Теория и практика физ. культуры. - 1997. - № 4. - С. 2-5.
 - 17.Данилов М.С. Комплексный анализ в годичном цикле тренировки функционального состояния и тактико-технической подготовленности футболистов = A Comprehensive Analysis in the Annual Cycle of Training of Functional Status and Performance-Technical Readiness of Footballers / Данилов М.С., Левенков А.Е. // Культура физическая и здоровье. - 2016. - № 4 (59). - С. 92-96.

- 18.Двурекова Е.А. Диагностика функционального состояния тканевого кровотока спортсменов-единоборцев с помощью лазерной доплеровской флоуметрии = Diagnostics of the functional state of tissue blood flow among the combat athletes with using laser Doppler flowmetry / Двурекова Е.А., Артемьева С.С. // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2015. - № 10 (128). - С. 57-61.
- 19.Дембо А.Г. Спортивная кардиология [Текст] /А.Г.Дембо, Э.В. Земцовский //Л.: Медицина, 1989. – 464 с.
- 20.Ендальцев, Б.В. Совершенствование адаптационных возможностей - основное направление физической подготовки военных специалистов / Б.В. Ендальцев, С.А. Малашенко [Текст] // Теория и практика физ. культуры. - 2014. - № 9. - С. 22-24.
- 21.Железняк Ю.Д. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 033100 "Физическая культура" / Ю.Д. Железняк, П.К. Петров; рец.: В.Г. Никитушкин, И.В. Роберт. - 4-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 267 с.
- 22.Заболотских И.Б., Станченко И.А. Расчетные методы контроля гемодинамики у гастроэнтерологических больных различных возрастных групп с учетом функционального состояния ССС. // Вестник интенсивной терапии. - 1999. - № 5-6. - С.147-148.
- 23.Зиятдинова А.И. Влияние мышечных нагрузок на показатели насосной функции сердца [Текст] / А.И. Зиятдинова, А.М. Вагапова // Теория и практика физ. культуры. - 2008. - № 3. - С. 85-88.
- 24.Инерционное сопротивление артериальной системы и постнагрузка левого желудочка сердца у спортсменов [Текст] / Карпман В.Л. [и др.] // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, посвященный 80-летию академии. - Москва, 1998. - Т. 5. - С. 179-190.
- 25.Калюжная Р.А. Школьная медицина : Руководство для врачей-педиатров [Текст] / Калюжная Р.А. - Москва: Медицина, 1975. - 392 с.

26. Караулова С.И. Особенности возрастной динамики функционального состояния сердечно-сосудистой системы организма спортсменов и спортсменок, специализирующихся в беге на средние дистанции = Features of age dynamics of functional state of cardiovascularser system of organism of sportsmen and sportswomen specialized in at run on middle distances [Текст] / Караулова С.И., Маликов Н.В. // Физическое воспитание студентов творческих специальностей / М-во образования и науки Украины, Харьков. гос. акад. дизайна и искусств (Харьков. худож.-пром. ин-т). - Харьков, 2006. - № 2. - С. 8-17.
27. Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов [Текст] : сборник / авт.-сост. Р. А. Меркулова. – М. : Советский спорт, 2012. – 186 с.
28. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине [Текст] / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. - Москва: ФиС, 1988. - 208 с.
29. Карпман, В.Л. Производительность сердца при мышечной работе [Текст] / Карпман В.Л., Меркулова Р.А. // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб., посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана / РГАФК. - Москва, 1994. - С. 47-53.
30. Койносов П.Г. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы юношей в условиях применения индивидуальных оздоровительных технологий = Functional Status of Cardiovascular System of Young Men in Conditions of Application of Individual Health Improving Technologies [Текст] / П.Г. Койносов // Теория и практика физ. культуры. - 2005. - № 8. - С. 20-23.
31. Колунин Е.Т. Влияет ли положение тела в пространстве на показатели центральной гемодинамики при пробе Мартине-Кушелевского = Does the Position of the Body in Space Affect Central Hemodynamics Indices of Central Hemodunamics in Martinet-Kushelevsky Test [Текст] / Колунин

- Е.Т., Прокопьев Н.Я. // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. - 2016. - № 3 (11). - С. 20-23.
- 32.Линдт Т.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы хоккеистов к физической нагрузке [Текст] / Т.А. Линдт // Лечеб. физкультура и спорт. медицина. - 2015. - № 5. - С. 7-11.
- 33.Меерсон Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам [Текст] / Меерсон Феликс Залманович, Пшенникова Мая Григорьевна. - Москва: Медицина, 1988. - 253 с.
- 34.Меркулова Р.А. Возрастная кардиогемодинамика у спортсменов [Текст] / Меркулова Р.А., Хрущев С.В., Хельбин В.Н. - Москва: Медицина, 1989. - 108 с.
- 35.Механика кровообращения [Текст] / Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. - Москва: Мир, 1981. - 624 с.
- 36.Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов [Текст]. - Киев: Здоровья, 1990.-200 с.
- 37.Мониторинг функционального состояния футболистов высокой квалификации в течение соревновательного сезона [Текст] / Э.Н. Безуглов [и др.] // Вестник спортив. науки. - 2011. - № 3. - С. 25-30.
- 38.Морман Д. Физиология сердечно-сосудистой системы [Текст] /Д. Морман, Л. Хеллер. -СПб.: Изд-во «Питер», 2000. -256 с.
- 39.Мотылянская Р.Е. Врачебный контроль при массовой физкультурно-оздоровительной работе [Текст]/ Р.Е. Мотылянская, Л.А. Ерусалимский. - Москва: ФиС, 1980. - 96 с.
- 40.Начало физиологии: учебник для вузов [Текст] /А.Д. Ноздрачев, Ю.И. Баженок, И.А. Баранникова и др. -2-е изд., испр./Под ред. акад. А.Д. Ноздрачева. -СПб.: Изд-во «Лань», 2002. -1088 с.
- 41.Озолинь П.П. Адаптация сосудистой системы к спортивным нагрузкам. -2-е издание, переработанное и дополненное [Текст]. - Рига: Зинатне, 1984. -134 с.

42. Орел В.Р. Адаптивные эффекты взаимодействия сердца и сосудов у спортсменов [Текст] // Спортсмен в междисциплинарном исследовании. Монография. / Под ред. М.П. Шестакова. – М.: ТВТ Дивизион, 2009. –С.210.
43. Орел В.Р. Артериальное давление и неинвазивные оценки модельных величин сосудистых сопротивлений (норма, мышечная работа, гипертоническая болезнь) [Электронный ресурс] [Текст] / Орел В.Р., Смоленский А.В. // Актуальные проблемы биохимии и биоэнергетики спорта 21 века : материалы Всерос. науч.-практ. интернет-конф. / М-во спорта РФ, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)". - Москва, 2017. - С. 232-242.
44. Особенности насосной функции сердца тренированного организма при выполнении мышечных нагрузок разной мощности / И.Г. Хурамшин [и др.] // Теория и практика физ. культуры. - 2009. - № 10. - С. 6-7.
45. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте : учеб. для студентов вузов физ. воспитания и спорта : доп. М-вом Украины по делам молодежи и спорта [Текст] / В.Н. Платонов. - Киев: Олимп. лит., 1997. - 583 с.
46. Платонов В.Н. Теория адаптации и резервы совершенствования системы подготовки спортсменов [Текст]: (Ч. 1) / В.Н. Платонов // Вестник спортив. науки. - 2010. - № 2. - С. 8-14.
47. Платонов В.Н. Теория адаптации и резервы совершенствования системы подготовки спортсменов [Текст]: (Ч. 2) / В.Н. Платонов // Вестник спортив. науки. - 2010. - № 3. - С. 3-9.
48. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики [Текст]. — М.: Медицина.—1974. — 307с.
49. Солодков А.С., Судзиловский Ф.В. Адаптивные морфофункциональные перестройки в организме спортсменов //

- Теория и практика физической культуры [Текст]. – 1996. – № 7. – С. 23–39.
50. Тарабрина В. А., Тарабрина Н. Ю. Изучение гемодинамических показателей спортсменов на различных этапах спортивной подготовки [Текст] // Молодой ученый. — 2017. — №8. — С. 133-136. Пожалуйста, не забудьте правильно оформить цитату: Тарабрина В. А., Тарабрина Н. Ю. Изучение гемодинамических показателей спортсменов на различных этапах спортивной подготовки // Молодой ученый. — 2017. — №8. — С. 133-136. — URL <https://moluch.ru/archive/142/40057/> (дата обращения: 26.03.2018).
51. Уилмор Дж. Х. Физиология спорта [Текст]: Учебник: Пер. с англ. /Отв. ред. А. Яценко; Рец. А. Радзиевский.-Киев: Олимпийская литература, 2001.-504 с.
52. Хрущев С.В. Спортивное сердце : (истор. очерк) [Текст] / С.В. Хрущев // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. - 2008. - № 2. - С. 55-64.
53. Starr I. Clinical tests of the simple method of estimating cardiac stroke volume from blood pressure and age. // Circulation. - 1954. - Vol.9. - P.664-681.